

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования

Уральский государственный лесотехнический университет

Кафедра автоматизации производственных
процессов

С.П.Санников
В.Е. Выборнов
В.М. Машков

**Методические указания
к курсовому и дипломному проектированию
по автоматизации производственных процессов**

для студентов очной и заочной
формы обучения спец. 2603 и 3302

Рассмотрены и рекомендованы к изданию методической
комиссией лесоинженерного факультета УГЛТА
Протокол №1 от

Рецензент доц., канд. техн. наук Тойбич В.Я,

Редактор РИО Юшакова Л.И.

Подписано в печать Формат 60*84 1/16

Плоская печать

Печ. л. 1,16

Тираж 100 экз.

Заказ № 169

Поз. 30

Цена 4 р 00 к.

Редакционно-издательский отдел УГЛТА

Отдел оперативной полиграфии

ВВЕДЕНИЕ

Для студентов специальности 2103.14,2603, 3302 очной и заочной форм обучения при изучении курса «Автоматика и автоматизация производственных процессов» предусмотрено в учебном плане выполнение контрольной или курсовой работы по автоматизации технологических процессов. Кроме того, при дипломном проектировании одна из глав проекта (для специальностей 2603, 3302) также должна быть посвящена вопросу автоматизации проектируемого технологического процесса.

Эти работы предназначены для углубления, систематизации и закрепления студентами знаний по автоматизации производственных процессов, для изучения справочной литературы. Курсовая работа рассчитана на самостоятельную работу студентов по проектированию, разработке отдельных схем и узлов средств автоматизации технологического процесса. Работа является базой для выполнения дипломного проекта.

Цель дипломного проектирования – подготовка студента к будущей практической работе после окончания академии. Разработке в дипломном проекте раздела по вопросу автоматизации позволит систематизировать, закрепить и расширить теоретические знания, развить навыки по выбору систем автоматического управления технологическими процессами.

1 Задание на курсовую или контрольную работу

Произвести автоматизацию технологического процесса одного из объектов предприятия, разработать функциональную схему технологического процесса, разработать принципиальную схему регулирования одного из параметров технологического процесса, определить экономическую эффективность от внедрения средств автоматизации.

Объектом автоматизации работе является технологический процесс, проектируемый по заданию выпускающей кафедры. Выбор параметров для разработки структурной и принципиальной схем регулирования осуществляется по таблице.

При автоматизации технологического процесса необходимо:

- разработать функциональную схему автоматизации технологического процесса с указанием номинальных значений контролируемых и регулируемых параметров (пример выполнения функциональной схемы приведен в приложении 4);

Таблица 1

Варианты схем регулирования технологического параметра

№ варианта	Датчик	Литература	Вторичный прибор	Литература	Регулятор	Литература	Исполнительный механизм	Литература	Дополнительное устройство	Задатчик	Литература	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ТЕМПЕРАТУРА												
1	ТСМ	1	КСМ 2	1	ПРЗ 21	1	КРПТ	1	ЭПП 63	ПТР 1	1	
2	ТСП	1	КСМ 2	1	БРЗ	1	ПРМ	1	---	ЗРЗ	1	
3	ТХА	1	КСП 2	1	Р21	1	МЭОБ	1	У21	ЗУ0 5	1	
4	ТПГ4	1	КСУ 2	1	ПР2,5	1	25ч32н ж	1	ЭПП 63	П2П 7	1	
5	ТХК	1	КСП 2	1	БРЗ	1	ПРМ	1	---	ЗРЗ	1	
6	ТСП	1	КСМ 2	1	ПР-1.6	1	КРПТ	1	ЭПП 63	П2П 2	1	
7	ТПР- 0555	1	КСП 2	1	Р21	1	МЭОБ	1	У21	ЗУ0 5	1	
8	ТХК	1	КСП 2	1	ПР1.5	1	КРШ	1	ЭПП 63	П2П 1	1	
9	ТСП	1	КВМ		Р21	1	МЭОБ	1	У21	ЗУ0	1	

			2						5		
ДАВЛЕНИЕ											
10	МП4	1	КСУ -2	1	БРЗ	1	ПРМ	1	---	ЗРЗ	1
11	МВП4	1	КСУ -2	1	Р21	1	МЭОБ	1	У21	ЗУО 5	1
12	МММ		КСУ -2	1	БРЗ	1	ПРМ	1	---	ЗРЗ	1
13	МЭД	1	КСД 2	1	ПРЗ 21	1	25ч5п	1	ЭПП 63	П1Р. 1	1
14	ДМ-Э		КСД 2	1	Р21	1	МЭОБ	1	У21	ЗУО 5	1
15	САПФИР 22		КСУ -2	1	Р21	1	МЭОБ	1	У21	ЗУО 5	1
16	МЭД	1	КСД 2	1	ПР1.5	1	КРШ	1	ЭПП 63	ЗУО 5	1
РАСХОД											
17	РЭ	1	КСД 2		ПР1.5	1	25ч7п	1	ЭПП 63	П1Р. 1	1
18	РЭ	1	КСД 2	1	БРЗ	1	ПРМ	1	---	ЗРЗ	1
19	ИР51	1	КСУ 2	1	Р21	1	МЭОБ	1	У21	ЗУО 5	1
20	ИР51	1	КСУ 2	1	БРЗ	1	ПРМ	1	---	ЗРЗ	1
21	ИР51	1	КСУ 2	1	ПР2.5	1	КРШ	1	ЭПП 63	П2П 7	1
22	РЭ	1	КСД 2	1	БРЗ	1	ПРМ	1	---	ЗРЗ	1
МАССА											
23	ДСТ19 09	---	КСУ 2	1	БРЗ	1	ПРМ	1	---	ЗРЗ	1
24	ДСТ19 09	---	КСУ 2	1	Р21	1	МЭОБ	1	У21	ЗУО 5	1
25	ДСТ19 09	---	КСУ 2	1	ПР1.5	1	КРШ	1	ЭПП 63	П2П 7	1
УРОВЕНЬ											
26	ПРУ-5	Схема автоматического насоса с трехфазным двигателем(л/р)									
27	УБЭ	1	КСУ 2	1	БРЗ	1	ПРМ	1	---	ЗРЗ	1
28	УБЭ	1	КСУ 2	1	Р21	1	МЭОБ	1	У21	ЗУО 5	1
29	ЭИУ2	1	КСУ	1	ПРЗ.2	1	25ч5п	1		П2П	1

			2		1				1		
30	ЭИУ2	1	КСУ 2		P21	1	МЭОБ	1	У21	ЗУ0 5	1
РН-СРЕДЫ											
31	ДМ5М	1	КСУ 2		БРЗ		ПРМ		---	ЗРЗ	
32	ДП-4М	1	КСУ 2		P21		МЭОБ		У21	ЗУ0 5	

- произвести выбор контрольно-измерительной и регулирующей аппаратуры (отборные устройства, первичные измерительные преобразователи, исполнительные механизмы и регулирующие органы);
- составить спецификацию на выбранные контрольно-измерительные и регулирующие приборы (пример заполнения спецификации приведен в приложении 7).

При разработке принципиальной схемы регулирования одного из параметров технологического процесса необходимо:

- согласно варианту из таблицы выбрать регулируемый технологический параметр;
- по технологической схеме определить номинальное значение регулируемого параметра;
- произвести выбор контрольно-измерительной и регулирующей аппаратуры, работающей на том виде энергии, который предлагается согласно варианту;
- составить структурную схему системы регулирования и ее описание;
- по технической литературе найти принципиальные электрические схему узлов и приборов, входящие в систему регулирования отдельного параметра, и составить полную принципиальную схему системы регулирования с указанием взаимной связи между приборами и узлами;
- произвести описание принципиальной схемы;

произвести расчет экономической эффективности от внедрения проектируемой системы автоматического регулирования параметра объекта.

Примечание: при выполнении студентами научной работы по теме выпускающей кафедры работа по автоматизации производственных процессов может выполняться по автоматизации научных исследований. Курсовая работа в том случае выполняется по индивидуальному заданию.

2 Состав работы

Работа состоит из расчетно-пояснительной записки объемом 18-20 страниц рукописного текста и графической части.

Расчетно-пояснительная записка должна включать следующие разделы:

- аннотацию;
- введение;
- описание функциональной схемы автоматизации технологического процесса;
- структурная схема системы регулирования отдельного технологического параметра и ее описание;
- описание принципа действия приборов, входящих в систему регулирования технологического параметра объекта;
- технико-экономическое обоснование, внедрения системы регулирования параметра объекта.

Графическая часть должна включать следующие чертежи:

- функциональную схему автоматизации технологического процесса (выполняется на листе формата A1 ÷ A3. Формат листа должен быть удобным для чтения функциональной схемы, например такой же, как и для технологической схемы);
- структурную схему регулирования параметра технологического объекта (выполняется на листе A4 в РПЗ);
- принципиальную (полную) схему системы регулирования параметра технологического объекта (выполняется на листе формата A1).

Содержание разделов курсовой работы

Аннотация

В аннотации приводятся:

- наименование темы работы;
- вариант работы;
- исходные данные проектирования;
- количество страниц пояснительной записки, рисунков, таблиц, графиков, количество и наименование чертежей графической части.

Объем аннотации должен быть не более одной страницы. Помещается аннотация непосредственно после титульного листа.

Примерный текст аннотации

Тема работы: «Проект автоматизации непрерывной варочной варки сульфатной целлюлозы».

Исходные данные проектирования:

- параметр регулирования – температура;
- объект регулирования – теплообменник рециркулирующей варочной жидкости (щелока);
- номинальная температура – (170- 176) °С.

Приборы используемые в проекте:

- датчик электрический типа ТСП-5071Б;
- вторичный прибор: электрический типа КСМ-1.000;
- нормирующий преобразователь: электропневматический типа ЭПП-63;
- задатчик: пневматический типа П23Д4;
- регулятор: пневматический типа ПР-2.5;
- исполнительный механизм: пневматический типа КРПТ.

Курсовая работа выполнена на 29 страницах рукописного текста, содержит два рисунка, одну таблицу и два чертежа.

В результате внедрения системы регулирования температуры рециркулирующей варочной жидкости возможно улучшение условий труда обслуживающего персонала и повышения качества варки

сульфатной целлюлозы. Экономический эффект от внедрения данной системы составит 145000 рублей в год. Срок окупаемости 0,8 года.

Введение

Во введении необходимо отразить основные тенденции развития технологических процессов и методов их автоматизации, влияние разрабатываемых в курсовой работе мероприятий по автоматизации технологического процесса на повышение производительности труда, улучшение качества продукции, улучшение условий труда и др., а также возможные варианты внедрения системы регулирования отдельного параметра.

Описание функциональной схемы автоматизации технологического процесса

В данном разделе приводят описание технологического процесса, автоматизацию которого необходимо произвести, с описанием технологических параметров: измеряемой величины, расположения на аппаратах и (или) трубопроводах мест отбора для датчиков, описание функциональных признаков приборов, выбор и обоснование средств автоматизации. Технологическая схема должна быть представлена на листе формата A1 или A2 (A3).

Порядок выполнения: определяют технологические параметры, которые подлежат автоматизации, составляют спецификацию на выбранные контрольно-измерительные приборы и регулиующую аппаратуру по справочной литературе. При описании технологического процесса необходимо давать оценку параметров, обеспечивающих работу соответствующего технологического оборудования (аппаратов) на оптимальных режимах. Сделать пояснения о том, как (где) и каким образом определена технологическая величина. Описание проводится на основании выбранных средств автоматизации технологического процесса.

Выбор и обоснование контрольно-измерительных приборов и регулиующей аппаратуры для автоматизации технологического процесса производят с начальной стадии технологического процесса в следующей последовательности.

1 Определяют объект технологического процесса для автоматизации.

2 В зависимости от категории пожароопасности и взрывоопасности технологического процесса или его отдельного объекта определяют основной вид энергии, потребляемой приборами, и их исполнение для обеспечения безопасного протекания технологического процесса при его автоматизации.

Примечание: при разработке системы регулирования по индивидуальному заданию вид энергии приборов определяется по согласованию с руководителем работы.

3 Определяют характер и возможные пределы изменения параметра автоматизации (температура, концентрация, расход, и т.д. и их допустимые отклонения).

4 Определяют степень автоматизации параметра объекта (контроль, управление, регулирование или их совокупность).

5 Определяют допустимые временные и инерционные запаздывания при работе системы автоматизации.

Примечание: данное положение особенно необходимо учитывать при выборе мест отбора пробы и установки исполнительных механизмов.

6 Составляют функциональную схему автоматизации объекта и технологического процесса в целом.

7 По справочной литературе (основной список справочной литературы приведен в разделе литература, а также по другим источникам) выбирают датчики, вторичные приборы, регулирующую аппаратуру, дополнительные устройства, ссылка на которые дана в справочнике, и пусковую аппаратуру, необходимую для обеспечения работы регуляторов в схеме автоматизации технологического процесса.

8 Составляют спецификацию на выбранные датчики, вторичные приборы и пускорегулирующую аппаратуру (пример заполнения спецификации приведен в приложении 7).

9 Описывают функциональную схему автоматизации технологического процесса с приведением в конце его спецификации на выбранную аппаратуру и приборы. Пример составления описания изложен в [7, с.165-171].

Структурная схема системы регулирования и ее описание

В данном разделе составляют структурную схему системы регулирования отдельного параметра (на листе формата А4) по индивидуальному заданию (пример построения структурной схемы дан в приложении 5) и дается ее описание.

Пример описания структурной схемы

Система регулирования и контроля температуры варочной жидкости включает в себя следующие приборы и аппаратуру:

- датчик температуры - термометр сопротивления ТСП-5071В;
- вторичный прибор - электронный мост типа КСМ-1.000;
- регулятор электронного типа РП-2;
- исполнительный механизм типа МЭК-1ОК/120;
- указатель положения ДУП-К;
- клапан регулирующий типа 25ч93нж.

Принцип работы заключается в следующем. При изменении температуры Δt° варочной жидкости происходит изменение сопротивления термометра ΔR , включенного в измерительную схему моста. Данное обстоятельство приводит к нарушению равновесия моста, и на входе усилителя электронного моста появляется сигнал, пропорциональный температуре варочной жидкости. Значение данной температуры регистрируется на бумажной ленте. Для контроля и установки номинального значения температуры варочной жидкости ($190 \pm 5^\circ \text{C}$), а также возможности связи с регулятором, в электронный мост вмонтирован токовый преобразователь (сигнал ΔI).

При отклонении температуры от номинального значения изменяется значение тока, и на входе регулятора появится сигнал ΔI . Данный сигнал в регуляторе сравнивается заданными ранее значениями в виде сопротивления ΔR задатчика. На третий вход регулятора поступает

сигнал обратной связи от исполнительного механизма в виде изменения сопротивления ΔR или индуктивности ΔL , для обеспечения заданного закона регулирования. При отклонении температуры от заданного значения в схеме регулятора появится разбаланс, и на его выходе появится напряжение U . Данное напряжение подается на исполнительный механизм через реверсивный магнитный пускатель МКР-02. Работа двигателя исполнительного механизма приводит во вращение привод клапана. Клапан в зависимости от команды, поданной с регулятора, открывается или закрывается. Изменение положения клапана позволяет увеличить или уменьшить подачу пара в теплообменник и, как следствие, изменить температуру варочной жидкости. Система регулирования поддерживает температуру варочной жидкости 190 ± 5 °С. В системе в качестве указателя положения регулирующего органа, приводимого в действие исполнительным механизмом МЭК-10К/120, используется дистанционный указатель положения ДУП-К. При соответствии температуры жидкости номинальному значению сигнал на входе регулятора отсутствует. Система находится в равновесии. Клапан находится в положении, обеспечивающем определенный расход пара к теплообменнику. При отклонении температуры варочной жидкости от заданного значения цикл работы системы регулирования повторяется.

Описание принципа действия приборов системы регулирования параметра

В данном разделе приводится техническая характеристика элементов и приборов, входящих в систему регулирования технологического параметра, а также дается описание принципа работы данных элементов и приборов. Технические характеристики приведены в справочниках [1,9,10], принцип действия элементов и приборов системы изложены в источниках, где приведены их конструкции и принципиальные электрические схемы [2÷7,9,10].

Технико-экономическое обоснование внедрения системы регулирования

Автоматизация обычно внедряется для повышения экономической эффективности производства. Решение о целесообразности автоматизации принимается на основании результатов предварительного анализа объекта управления и его системы управления. В данной курсовой работе целесообразность автоматизации определяется на основании экономических показателей. Расчет эффективности автоматизации рекомендуется проводить по методике [8]. Возможно проведение расчетов по методике, приведенной в настоящем разделе.

Расчет технико-экономической эффективности внедрения средств автоматизации

Годовой экономический эффект от применения автоматических систем, обеспечивающих экономию производственных ресурсов при выпуске одной и той же продукции, а также от производства и использования предметов и средств труда рассчитываются по формуле

$$\Xi = (C_1 - C_2)A_2 - E_n K_d,$$

где C_1 – себестоимость единицы продукции по отрасли предприятию;

C_2 – себестоимость единицы продукции после внедрения САР, принять 0,98 или 0,99 C_1 ;

A_2 – выпуск продукции после внедрения САР, единиц в год;

E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений (принять равным 0,15);

K_d – затраты научно-исследовательского института на разработку САР ($З_{нми}$) и дополнительные вложения на внедрение мероприятия $З_{вн}$ ($З_{вн} = 0,6 + 0,82 \cdot З_{нми}$).

При расчетах в курсовой работе $З_{нми}$ принимать в зависимости от регулируемого параметра, а именно:

для САР температуры	- 300
тыс. р;	
для САР давления	- 350
тыс. р;	
для pH среды и уровня	-250
тыс. р;	

для САР расхода и влажности тыс. р;	- 450
для САР концентрации тыс. р;	- 500

Если в результате внедрения САР изменяются сортность, качество и ассортимент продукции, в связи с чем изменяются цена единицы продукции или сумма всех цен реализованной продукции, годовой экономический эффект определяется по формуле

$$\mathcal{E} = (\Pi_1 - \Pi_2)A_2 - E_n K_d,$$

где Π_1 и Π_2 – оптовые цены единицы продукции до внедрения САР или цены первого и второго сорта продукции.

Срок окупаемости дополнительных капитальных затрат на средства автоматизации определяется по формуле

$$T_0 = K_d / \mathcal{E}, \text{ год.}$$

Примечание: при выполнении дипломной работы научно-исследовательского характера в главе по автоматизации технологического процесса приводятся характеристики приборов, которые применялись при исследовании, и возможные пути автоматизации исследования. По согласованию с консультантом производится разработка системы регулирования исследуемого параметра.

Указание к дипломному проектированию

В дипломном проекте (работе), выполняемом по выпускающей кафедре, предусмотрена глава по автоматизации процесса. Данная глава включает в себя следующие разделы: введение, описание функциональной схемы автоматизации технологического процесса, структурную схему системы регулирования и ее описание, описание принципа действия приборов, входящих в систему регулирования параметра объекта.

Графическая часть включает чертежи, выполненные на листах формата А1: функциональную схему автоматизации технологического процесса, выполненную непосредственно на технологической схеме,

принципиальную (полную) схему системы регулирования параметра объекта.

Методика выполнения разделов главы «Автоматизация производственных процессов» и графической части аналогична методике выполнения курсовой работы.

При разработке схемы автоматизации технологического процесса за основу можно выбрать схему автоматизации, которая существует на предприятии, для условий которого производится разработка дипломного проекта. Однако следует помнить, что спецификация должна соответствовать требованиям, предъявляемым к курсовой работе.

Основанием для разработки принципиальной схемы регулирования отдельного технологического параметра может служить заявка предприятия о необходимости регулирования данного параметра, обеспечивающего наиболее оптимальное протекание технологического

процесса. Выбранный параметр должен быть согласован с консультантом по дипломному проектированию по данной главе дипломного проекта.

Вопросы автоматизации технологического процесса в целом и отдельного параметра объекта должны найти отражение в экономической части дипломного проекта путем учета стоимости приборов, их монтажа, наладки и эксплуатации.

Приложение 1

Размеры графических условных обозначений приборов и средств автоматизации по

ГОСТ 21.404-85

НАИМЕНОВАНИЕ	ОБОЗНАЧЕНИЕ
--------------	-------------

<p>Первичный измерительный преобразователь (датчик); прибор, устанавливаемый по месту; на технологическом трубопроводе, аппарате, стене, полу, колонне и т.д. :</p> <p>Базовое обозначение</p> <p>Допустимое обозначение</p> <p>Прибор, устанавливаемый на щите, пульте управления:</p> <p>Базовое обозначение</p> <p>Допустимое обозначение</p> <p>Исполнительный механизм, общее обозначение</p> <p>Регулирующий орган</p>	
--	---

Буквенное обозначение в схемах автоматизации по ГОСТ 21.404-85

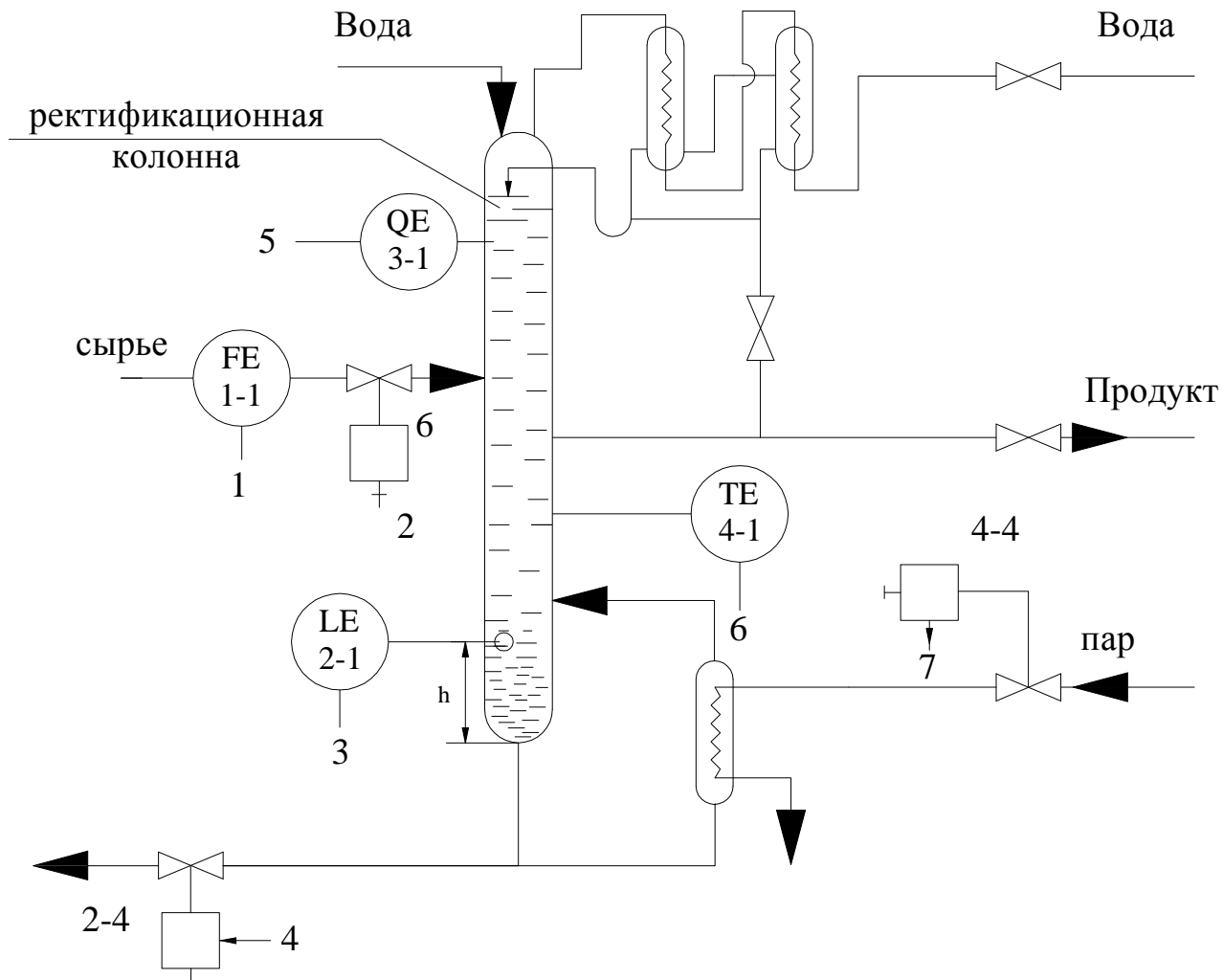
Измеряемая величина (технологический параметр)	Дополнительное обозначение измеряемой величины	Функциональные признаки приборов	Вид и род сигналов	Вычислительные операции
D - плотность F - расход G - перемещение, положение, размер L - уровень M - влажность P - давление, разряжение Q - состав, концентрация R - радиоактивность S - скорость, частота T - температура V - вязкость W - масса K - время X - резервная буква	D - разность, перепад F - соотношение, доля, дробь Q - интегрирование, суммирование во времени	A - сигнализация C - регулирование, управление E - первичное преобразование H - ручное воздействие I - показание, индикация R - регистрация S - контактный выход прибора T - промежуточное преобразование (дистанционная передача сигнала) Y - вычислительная функция X - резервная буква	A - аналоговый D - дискретный E - электрический G - гидравлический P - пневматический	Σ - суммирование K - умножение на постоянный коэффициент 'n' x - перемещение : - деление $\frac{dx}{dt}$ - дифференцирование \int - интегрирование X(-1) - изменение знака сигнала max(min) - ограничение верхнего и (или) нижнего уровней сигнала Bi - передача сигнала на ЭВИ Bo - ввод информации с ЭВМ

Приложение 3 Пример построения буквенного обозначения функциональных признаков прибора

Место 1.
Основное обозначение измеряемой величины технологического параметра



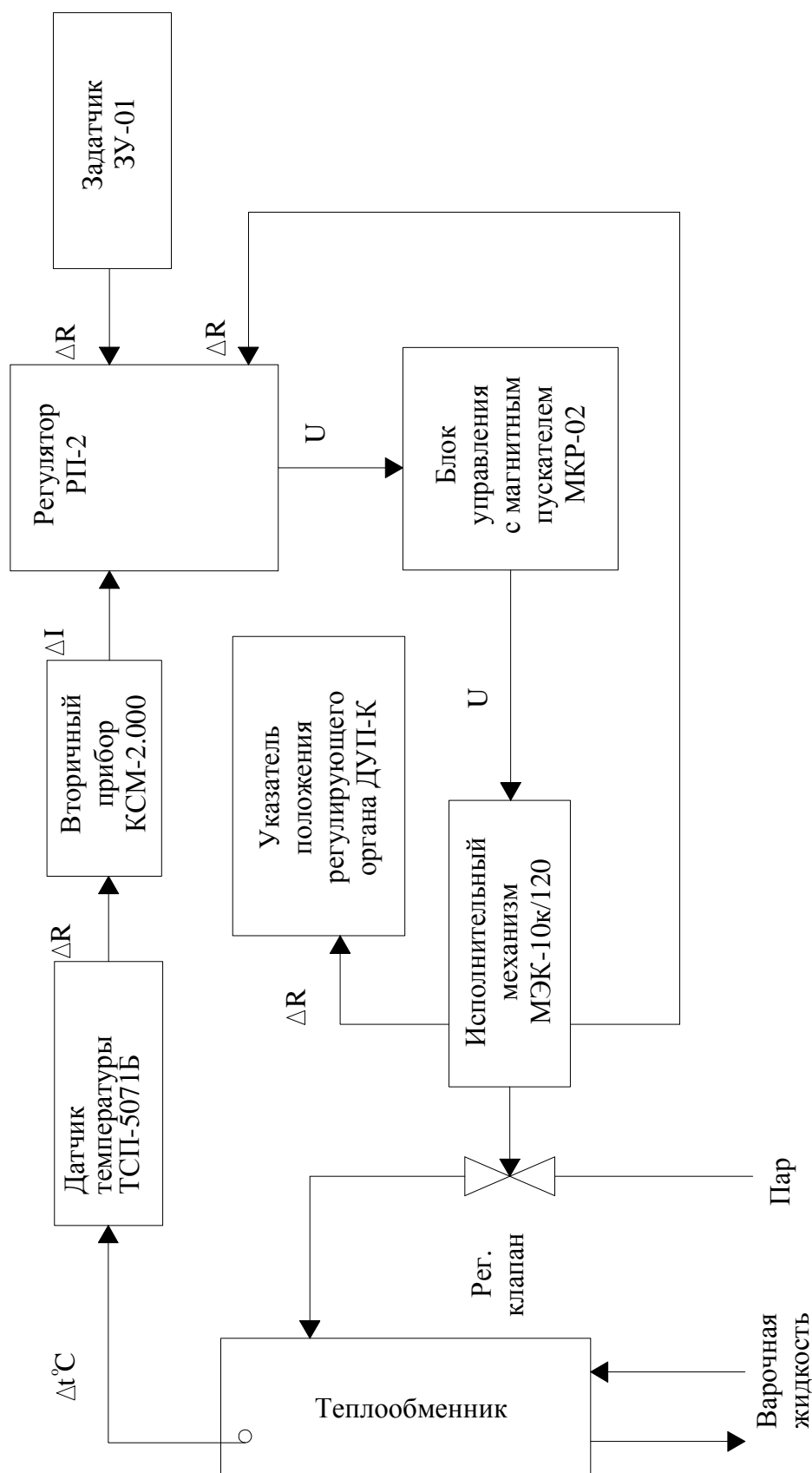
Пример выполнения функциональной схемы автоматизации ректификационной колонны



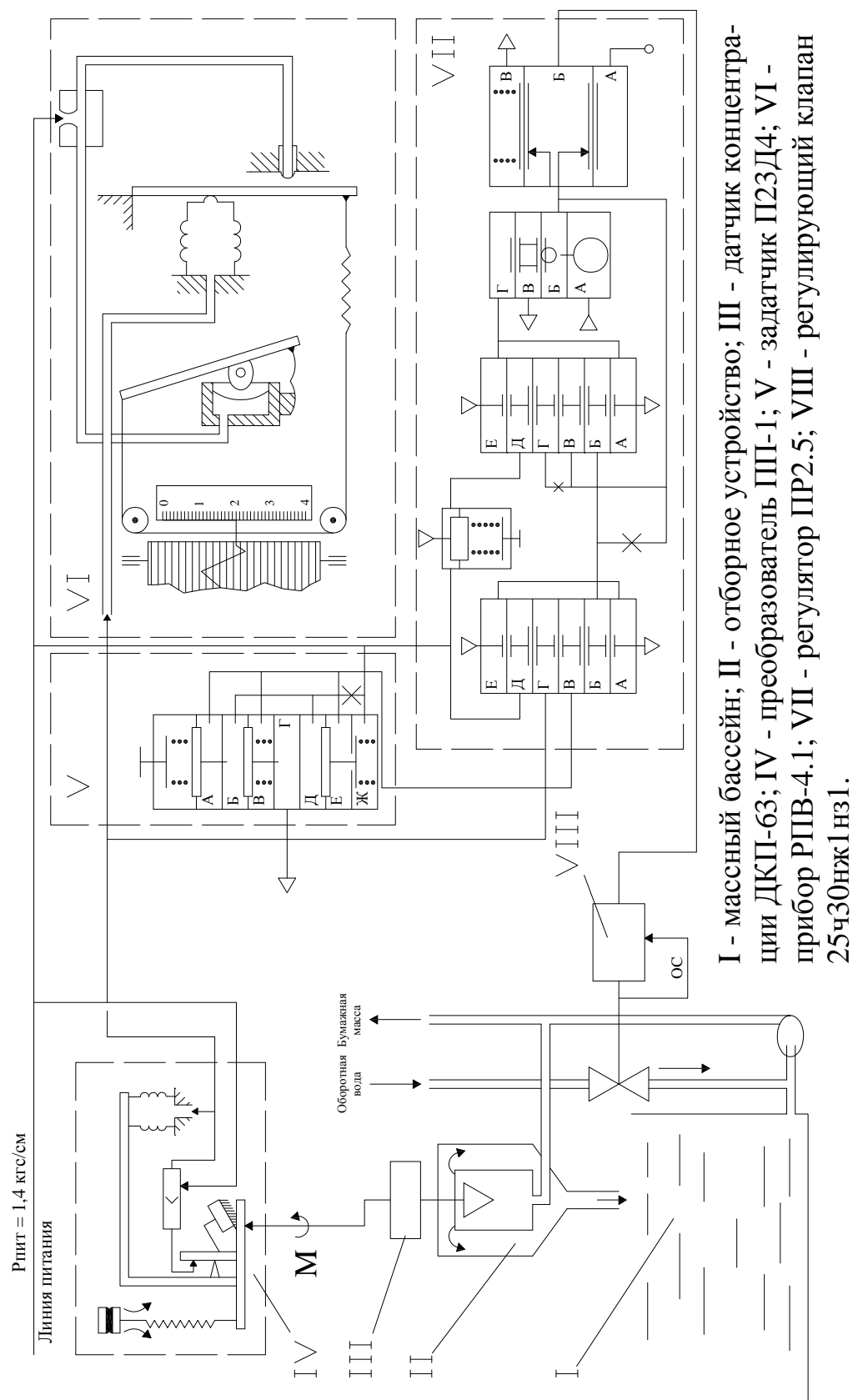
	1	2	3	4	5	6	7
Приборы по месту	FT 1-2				QT 3-2	TT 4-2	
Щит колонны	FRK 1-3	FC 1-4	LIR 2-2	LC 2-3	QRA 3-3	TIRC 4-3	

Приложение 5

Пример выполнения схемы регулирования температуры варочной жидкости



Пример выполнения принципиальной схемы регулирования концентрации бумажной



Пример выполнения спецификации автоматизации технологического процесса

№ п/п	Поз.	Наименование параметра измеряющей или контролируемой среды	Предельное значение параметра	Место отбора импульса	Наименование и характеристика средств автоматизации	Тип прибора	Литература
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1-1	Регулирование расхода пара	13,5 т/ч	Паропровод колонны	Диафрагма камерная условное давление 16 кгс/см с условным прох. 0 = 100 мм	ДК16-100	21
					Дифманометр сильфонный с изм. разностью давления 100 кПа, пневм. выход 0,2-1 кгс/см	ДС-П4-1	13
					Пневматический прибор, показыв., регистр. с пневматическим датчиком 0,2-1 кгс/см	ППВ 1.5	15
					ПИ-регулятор с пневматическим выходом и пределом пропорцион. 10-300	ПР3.2	21
					Регулирующий клапан с пневмоприводом 160, 300 ⁰ С, 200 мм	25ч30 нж/нз/	21

Размеры колонок спецификации

1	2	3	4	5	6	7	8
5	5	40	20	20	65	20	10
185							

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Автоматические приборы, регуляторы и вычислительные системы. Справочное пособие/Под ред. Б.Д. Кошарского. -Л.: Машиностроение, 1976.
- 2 М.В. Кулаков. Технологические измерения и приборы для химических производств. -М.: Химия, 1983.
- 3 Г.А. Кондрашкова. Технологические измерения и приборы целлюлозно-бумажной промышленности. -М.: Лесн. пром-ть, 1980.
- 4 А.И. Бабин, А.С. Еремян Схемы средств автоматизации технологических процессов. - Свердловск: УЛТИ, 1990.
- 5 А.И. Бабин, А.С. Еремян. Описание принципа действия контрольных измерительных приборов. - Свердловск: УЛТИ, 1991.
- 6 А.И. Бабин, А.С. Еремян Схемы контрольно-измерительных и регулирующих приборов. - Екатеринбург: УГЛТА, 1993.
- 7 Справочник по автоматизации целлюлозно-бумажных предприятий./ Под ред. Э.В. Цешковского. - М: Лесн. пром-ть, 1959.
- 8 Методика определения экономической эффективности новой техники, технологии, изобретений и рационализаторских предложений, созданных и используемых в целлюлозно-бумажной промышленности. -М.: Лесн. пром-ть, 1978.
- 9 Промышленные приборы и средства автоматизации: Справочник/ В.Я. Баранов, Т.Х. Безновская, В.А. Бек и др.; под общей редакцией В.В.Черепкова.-Л.: Машиностроение, 1987.
- 10 Справочник по автоматизации целлюлозно-бумажных предприятий./ Под ред. Цешковского Э.В. - М.: Лесн. пром-ть, 1979.
- 11 Лапшенков Г.И., Полоцкий Л.М. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности. Технические средства и лабораторные работы. Изд. 3-е, перераб. и доп. -М.: Химия, 1988,-288 с.